



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Publication number:

0 241 216 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication of patent specification: 12.06.91 (51) Int. Cl.⁵: **B60K 41/06**

(21) Application number: 87302860.9

(22) Date of filing: 02.04.87

Divisional application 90103303.5 filed on
02/04/87.

(54) Method for controlling AMT system including speed sensor signal fault detection and tolerance.

(30) Priority: 07.04.86 US 848544

(43) Date of publication of application:
14.10.87 Bulletin 87/42

(45) Publication of the grant of the patent:
12.06.91 Bulletin 91/24

(84) Designated Contracting States:
DE ES FR GB IT SE

(56) References cited:
DE-A- 3 011 057
US-A- 4 561 530

(73) Proprietor: **EATON CORPORATION**
Eaton Center, 1111 Superior Avenue
Cleveland Ohio 44114(US)

(72) Inventor: **Speranza, Donald**
1524 Copeland
Canton Michigan 48187(US)
Inventor: **Cote, William Francis**
35144 Savannah Ct.
Farmington Hills Michigan 48018(US)

(74) Representative: **Douglas, John Andrew**
Eaton House Staines Road
Hounslow Middlesex TW4 5DX(GB)

EP 0 241 216 B1

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid (Art. 99(1) European patent convention).

Description

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

This invention relates to automatic power transmissions providing a plurality of gear reduction ratios, such as automatic mechanical transmissions (i.e. "AMTs"), and, to control systems and methods therefor. In particular, the present invention relates to control systems and methods for automatic mechanical transmission systems wherein gear selection and shift decisions are made and/or executed based upon measured and/or calculated parameters such as vehicle or transmission output shaft speed, transmission input shaft speed, engine speed, throttle position, rate of change of throttle position, rate of change of vehicle and/or engine speed and the like. More particularly, the present invention relates to a method for controlling an AMT system utilizing sensors for providing input signals indicative of engine, transmission input shaft and transmission output shaft rotational speeds including sensing of a faulty signal from one of such sensors and modifying the system operation logic in tolerance of such fault.

Description of the Prior Art

The use of automatic transmissions of both the automatic mechanical type utilizing positive clutches and of the planetary gear type utilizing frictional clutches is well known in the prior art as are control systems therefor. Electronic control systems utilizing discrete logic circuits and/or software controlled microprocessors for automatic transmissions wherein gear selection and shift decisions are made based upon certain measured and/or calculated parameters such as vehicle speed (or transmission output shaft speed), transmission input shaft speed, engine speed, rate of change of vehicle speed, rate of change of engine speed, throttle position, rate of change of throttle position, full depression of the throttle (i.e. "kickdown"), actuation of the braking mechanism, currently engaged gear ratio, and the like are known in the prior art. Examples of such automatic/semiautomatic transmission control systems for vehicles reflecting the preambles of the method claim 1 and the apparatus claim 17 may be seen by reference to U.S.A. 4,361,060; 4,551,802; 4,527,447; 4,425,620; 4,463,427; 4,081,065; 4,073,203; 4,253,348; 4,038,889; 4,226,295; 3,776,048; 4,208,929; 4,039,061; 3,974,720; 3,478,851 and 3,942,393.

While the above referenced automatic/semiautomatic transmission control systems, and similar systems, are effective to control an automatic

transmission by selecting a desired gear ratio which will tend to optimize the fuel economy and/or performance of the vehicle in view of the sensed parameters and then commanding a shift into the selected gear ratio, such control systems were not totally acceptable as the predetermined programs utilized did not include logic routines, or methods, to recognize and identify a fault in the input signals from one of the speed sensors and/or could not modify the predetermined program to provide a tolerance to such a sensed fault.

Summary of the Invention

In accordance with the present invention, the drawbacks of the prior art have been overcome or minimized by providing a control system, preferably an electronic control system, and control method, for automatic/semiautomatic mechanical transmission systems wherein gear selection and shift decisions are made and/or executed based upon measured and/or calculated parameters including at least input signals indicative of engine speed, transmission input shaft speed and transmission output shaft speed. Other inputs/parameters, such as signals indicative of throttle position and/or rate of change of throttle position, condition of the master clutch, currently engaged gear ratio, operation of the vehicle brakes, and the like are also utilized to make decisions for control of the AMT system.

The predetermined logic rules or programs by which the various input signals are processed include a method for detecting a fault in the input signals from one or more of the speed sensors and a method for modifying the predetermined logic in response to a sensed fault in any one of the speed sensors to provide an acceptable, if less than optimal, set of logic rules for continuing operation of the AMT system until such time as the fault ceases or is corrected.

A speed sensor input signal is considered to be faulty if the value thereof is not, within acceptable tolerance limits, indicative of the true rotational speed of the device monitored by the relevant sensor.

The above is accomplished by establishing a set of relationships between the engine speed signal, the transmission input shaft speed signal and the transmission output shaft speed signal which, under defined condition, must be true. If, under the defined conditions, these relationships are not true, a fault in the input signals from one or more of the sensors exists, and various relationships are evaluated to identify the one or more faulty sensors. If only one sensor is in fault, the logic routines are modified to allow a continued system operation, in tolerance of such a sensed fault, until such time as

the fault disappears (i.e. self-corrects) and/or is corrected.

Utilizing an alternate control method or algorithm structured specifically to a sensed non-standard condition, such as a sensed faulty input signal, in place of the control algorithm utilized in the absence of such non-standard conditions is, for purposes of describing this invention, referred to a modification to the control algorithm or program by which the input signals are processed for issuing the command output signals by which the AMT is controlled.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide a control method for automatic mechanical transmission systems which involves sensing and identifying a fault in the speed sensors and modifying the logic routines or algorithms by which the system is operated in tolerance of such sensed fault.

This and other objects and advantages of the present invention will become apparent from a reading of the description of the preferred embodiment taken in connection with the attached drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a schematic illustration of the components and interconnections of the automatic mechanical transmission control system of the present invention.

FIGS. 2A-2E are symbolic illustrations, in the form of a flow chart, illustrating the preferred manner of practicing the method of the present invention.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

FIG. 1 schematically illustrates an automatic mechanical transmission system 10 including an automatic multi-speed compound change gear transmission 12 driven by a throttle controlled engine 14, such as a well known diesel engine, through a master clutch 16. An engine brake, such as an exhaust brake 17 for retarding the rotational speed of engine 14 and/or an input shaft brake 18 which is effective to apply a retarding force to the input shaft upon disengagement of master clutch 16 may be provided as is known in the prior art. The output of automatic transmission 12 is output shaft 20 which is adopted for driving connection to an appropriate vehicle component such as the differential of a drive axle, a transfer case or the like as is well known in the prior art.

The above mentioned power train components are acted upon and monitored by several devices, each of which will be discussed in greater detail

below. These devices include a throttle position or throttle opening monitor assembly 22 which senses the position of the operator controlled vehicle throttle or other fuel throttling device 24, a fuel control device 26 for controlling the amount of fuel to be supplied to engine 14, an engine speed sensor 28 which senses the rotational speed of the engine, a clutch operator 30 which engages and disengages clutch 16 and which also supplies information as to the status of the clutch, an input brake operator 31, a transmission input shaft speed sensor 32, a transmission operator 34 which is effective to shift the transmission 12 into a selected gear ratio and to provide a signal indicative of currently engaged ratio, and a transmission output shaft speed sensor 36. As well known the gear ratio can be calculated by comparison of the input shaft and output shaft speeds. A vehicle brake monitor 38 senses actuation of vehicle brake pedal 40.

The above mentioned devices supply information to and/or accept commands from a central processing unit or control 42. The central processing unit 42 may include analogue and/or digital electronic calculation and logic circuitry, the specific configuration and structure of which forms no part of the present invention. The central processing unit 42 also receives information from a shift control assembly 44 by which the vehicle operator may select a reverse (R), neutral (N), or forward drive (D) mode of operation of the vehicle. An electrical power source (not shown) and/or source of pressurized fluid (not shown) provides electrical and/or pneumatic power to the various sensing, operating and/or processing units. A fault indicator or alarm 46 may display the identity of a specific fault or simply signal the existence of an unidentified fault. Drive train components and controls therefor of the type described above are known in the prior art and may be appreciated in greater detail by reference to above mentioned US-A-4361060; 3776048; 4038889 and 4226295.

Sensors 22, 28, 32, 36, 38 and 44 may be of any known type or construction for generating analogue or digital signals proportional to the parameter monitored thereby. Similarly, operators 17, 31, 26, 30 and 34 may be of any known electrical, pneumatic or electropneumatic type for executing operations in response to command signals from processing unit 42. Fuel control 26 will normally supply fuel to engine 14 in accordance with the operator's setting of throttle 24 but may supply a lesser (fuel dip) or greater (fuel boost) amount of fuel in accordance with commands from control unit 42.

The purpose of the central processing unit 42 is to select, in accordance with a program (i.e. predetermined logic rules) and current or stored parameters, the optimal gear ratio at which the

transmission should be operating and, if necessary, to command a gear change, or shift, into the selected optimal gear ratio based upon the current and/or stored information.

The various functions to be performed by central processing unit 42, and a preferred manner of performing same may be seen in greater detail by reference to published Society of Automotive Engineers SAE Paper No. 831776 published November 1983.

The three speed sensors, namely engine speed sensor 28, transmission input shaft speed sensor 32 and transmission output shaft speed sensor 36 provide signals for processing by the central processing unit 42 which are important for optimal operation of the clutch operator 30, optimal selection of desired gear ratio and optimal synchronization of transmission 12 during an upshift or downshift.

It is important that the inputs provided by speed sensors 28, 32 and 36 be periodically verified, and, if a fault is detected, the faulty sensor or sensors be identified and, if only one of the three sensors is faulty, a modified logic be utilized to control system 10 which is tolerant to the identified faulty sensor.

The method of the present invention for verifying the inputs from the speed sensors 28, 32 and 36, for identifying a faulty sensor and for adapting an appropriate fault tolerant logic for processing the input signals is schematically illustrated on Figures 2A-2D. The symbol "=" is used to identify an equal; within allowed tolerance. The symbol "0" is utilized to identify the number zero and the symbol "≠" is utilized to identify a not equal within allowed tolerance relationship. As stated above, the control or CPU 42 receives various input signals and processes these and/or stored information in accordance with a program of predetermined logic rules to issue command output signals for operation of the AMT system 10. The present invention is also applicable to methods for controlling AMT systems which are less than fully automated, such as systems which automatically execute shifts manually requested by the vehicle operator.

Fault Detection and Isolation

Periodically, preferably at least once during each period of time in which the various mechanical actuators can react to a command output signal, the logic or control method utilized in processing unit 42 will attempt to verify the nonfaulty operation of the speed sensors 28, 32 and 36, and, if a fault is detected, identify the faulty sensor and, if possible, modify the control logic in a manner tolerant to such a sensed fault.

Assuming central processing unit 42 is a

microprocessor based control unit, a complete cycle of processing current and stored parameters and issuing command output signals can be accomplished in less than 15-20 milliseconds while a typical actuator, such as a solenoid controlled valve or the like, will require a minimum of 20-30 milliseconds to cause even initial movements of an operator such as clutch operator 30.

Preferably, the first step is to verify the non-faulty operation of the speed sensors, and if verified to proceed with the remainder of the control algorithm. The correct operation of the sensors can be verified if two conditions are met, the coupling 16 must be fully engaged (i.e. not slipping) and the transmission must be engaged in a known ratio. Of course, this assumes the vehicle engine 14 is operating at at least idle rpm. In a known currently engaged ratio, the gear ratio ("GR") between the input shaft and output shaft will have a known value. If the above conditions are satisfied, Engine Speed ("ES") equals Input Shaft Speed ("IS") equals the Gear Ratio ("GR") multiplied by Output Shaft Speed ("OS"), or:

$$ES = IS = GR * OS.$$

If the above is true within the tolerance allowed for acceptable operations, the speed sensors are considered to be operating without fault. It is important to note that this verification can only be performed if the master clutch 16 (or other coupling having a substantially nonslipping condition) is fully engaged and the transmission 12 is engaged in a known drive (not neutral) ratio.

If a speed sensor input signal fault or faults is detected, the identity of the faulty sensor must then be determined. To do this three error values (E_1 , E_2 and E_3) are calculated under the required testing conditions:

$$\begin{aligned} E_1 &= |ES - IS| \\ E_2 &= |ES - (GR * OS)| \\ E_3 &= |IS - (GR * OS)| \end{aligned}$$

All of the values E_1 , E_2 and E_3 should, when the clutch is fully engaged and a known ratio is engaged, be essentially zero in the absence of a fault. As each of the speed signals, ES, IS and OS, appear in only two of the three relationships, if any two, but not all three, of the absolute values of E_1 , E_2 and E_3 are greater than an allowable tolerance value, the identity of the faulty or failed speed sensor can readily be identified. For example, if $E_1 = 0$ and $E_2 \neq 0$ and $E_3 \neq 0$, then OS is preferably the faulty input signal as OS appears in the E_2 and E_3 calculations, but not in the E_1 calculation.

Since the input signal from each speed sensor is involved in two of the error values, it requires an

error count of two against a sensor to indicate that it is faulty. Preferably, a fault must be detected on at least two consecutive passes through the periodic speed sensor verification loop before a fault is declared. Initially, a straight forward approach of declaring any sensor that has an error count of two to be faulty is used. Subsequently, additional tests are made to determine if this is the correct interpretation of the facts.

The primary problem that can occur with the above fault determination algorithm is that many of the most likely failure modes that can occur with a speed sensor circuit will cause the output to go to zero. Therefore, it is quite possible for two sensors to fail in such a manner and wind up agreeing with each other and disagreeing with the third speed sensor input which is the one that is actually correct. The above described logic will erroneously determine that the two bad sensors are correct and the third one that is actually OK has failed. Therefore, further checks are required to detect this condition.

The method used depends on the fact that the transmission 12 should never be in gear with the clutch 16 engaged when all three shafts are at zero RPM. Therefore, if two shaft sensors ever agree during the fault checks and they are at zero RPM, then they have failed and the third sensor is probably accurate. The accuracy of the third sensor cannot be verified since there is nothing to check it against and is irrelevant at any rate because the detection of two failed sensors preferably causes the transmission system 10 to go into a fault hold mode.

Failed Sensor Data Corrections

Should a single faulty speed sensor input signal be identified, it is desirable that a warning of such failure be provided so that corrective action may be taken, and that the control algorithms be modified so that the vehicle can continue to operate until such time as the fault self-corrects or is corrected. For this reason a fault alarm/indicator 46 is provided which preferably will identify the particular faulty sensor(s).

A separate and slightly different approach is taken in solving the problem of correcting the identified faulty speed input signal values for each of the engine 14, input shaft and output shaft 20. These fault tolerance modifications will be discussed separately below.

Engine Speed Sensor 28 Correction

The engine speed, ES, is least important for proper synchronization of the transmission. Ordinarily it is only used to provide for closed loop

control of clutch 16 engagement when starting the vehicle from a stop (as described in above-mentioned U.S. -A- 4081065) and for synchronization of the engine with the input shaft during reengagement of the clutch after a shift.

The approach used to correct the engine speed value is to make ES equal to IS whenever the clutch is engaged. When the clutch is not engaged, ES is assumed to be the last known IS value and an open loop method of clutch engagement is utilized for vehicle starts and for reapplication of power after a shift.

Input Shaft Speed Sensor 32 Correction

The input shaft speed input signal, IS, is considerably more important to the system than the engine speed since it is required for synchronization during a shift. Therefore, greater efforts must be made to accurately determine the input shaft speed at all times.

If the clutch 16 is engaged, then the input shaft speed, IS, is set equal to the engine speed, ES. If the clutch is not engaged but the transmission is in gear, then the input shaft speed is set equal to the output shaft speed times the overall gear ratio of the transmission, $OS \cdot GR$. If the transmission is neither in gear nor is the clutch engaged then, if a shift is in progress and $GR \cdot OS$ is greater than ES idle, $IS = ES$, otherwise the input shaft speed is assumed to be zero.

The above method for modifying the control logic in view of faulty IS values works out quite well due to the fact that the synchronization algorithms for the transmission are preferably modified slightly when an input shaft sensor has been found to have failed by keeping the clutch engaged nearly all the time during a shift and eliminating the use of the inertia brake 18 on upshifts. This results in slower up shifts but still provides very adequate synchronization.

Output Shaft Speed Sensor Correction

The output shaft speed input signal, OS, is the most critical for proper transmission operation and is also the one that is most difficult to compensate for upon failure. The problem is that in System 10, when the transmission 12 is out of gear there is absolutely no other way to accurately determine the output shaft speed. The method for achieving synchronization upon loss of this sensor is to examine the state of the system before the transmission is taken out of gear and to presume that nothing is going to change substantially during the brief interval while it is not in gear.

If the transmission is in gear the output shaft speed is set equal to the input shaft speed divided

by the overall gear ratio of the transmission (i.e. $OS = IS/GR$). Furthermore, on the first pass through the periodic loop where a shift in progress is found to be true, the current acceleration value calculated for the output shaft, $d(IS/GR)/dt$, is saved (this occurs well before the transmission is actually taken out of gear).

If the transmission is taken out of gear then the following scheme is used. If neutral is being selected by the driver then OS is set to zero. Otherwise, if the saved value for output shaft acceleration is less than zero and the brake switch 38 indicates application of the brakes, then output shaft speed is decremented in a straight line fashion from the last known speed at a rate determined by the saved acceleration value. Finally, if neither of the above conditions is true then output shaft speed is held constant at the last known speed. In practice, this algorithm appears to work quite well.

Preferably, the values of the input signals from the sensors are evaluated for possible faults during each control loop and, if a sufficient number of passes through the loop occurs without detection of a fault, the previously made fault determinations will be cleared. This is important as the speed sensors can fail in an intermittent fashion.

Although the AMT system 10 has been described as utilizing a microprocessor based control 42 and the methods and operations carried out as software modes or algorithms, it is clear that the operations can also be carried out in electronic/fluidic logic circuits comprising discrete hardware components.

Clutch operator 30 is preferably controlled by the central processing unit 42 and may engage and disengage master clutch 16 as described in above-mentioned U.S. -A- 4081065. Transmission 12 may include synchronizing means, such as an accelerator and/or a brake mechanism as described in U.S. -A- 3478851. The transmission 12 is preferable, but not necessarily, of the twin countershaft type as is seen in U.S. -A- 3105395.

Claims

1. A method for controlling an automatic mechanical transmission system (10) for devices having a throttle-controlled engine (14), a transmission (12) having a plurality of gear ratio combinations selectively engageable between a transmission input shaft and a transmission output shaft (20), said transmission input shaft being operatively connected to said engine by means of a selectably engageable and disengageable coupling (16) providing a substantially nonslipping driving connection

between said engine and said input shaft in the fully engaged condition thereof, said automatic mechanical transmission system comprising an information processing unit (42) having means for receiving a plurality of input signals including (1) an input signal (30) indicative of the fully engaged condition of the coupling; (2) an input signal indicative of the currently engaged gear ratio (GR) of the transmission; (3) an input signal (ES) indicative of the rotational speed of the engine; (4) an input signal (IS) indicative of the rotational speed of the transmission input shaft; and (5) an input signal (OS) indicative of the rotational speed of the transmission output shaft, said processing unit including means for processing said input signals in accordance with a program for generating output signals whereby said transmission system is operated in accordance with said program, and means (34) associated with said transmission system effective to actuate said transmission system to effect engagement of said gear ratio combinations in response to said output signals from said processing unit, the method characterized by:

when said transmission is engaged in a known gear ratio and said coupling is fully engaged, sensing the presence or absence of faulty input signals indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft; and

if only one of said input signals indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft is determined to be faulty, modifying said program by ignoring said identified faulty input signal and processing the remainder of said input signals in accordance with predetermined logic rules to determine an acceptable value for the identified faulty input signal.

2. The method of claim 1 wherein sensing the presence and identity of faulty input signals indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft occurs when said transmission is engaged in a known gear ratio and said coupling is fully engaged.
3. The method of claim 2 wherein the presence of a faulty input signal indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft is sensed if the following relationship is false:

$$ES = IS = GR * OS$$

where:

ES = the value of the input signal indi-

- IS = cative of rotational engine speed,
the value of the input signal indicative of rotational input shaft speed,
- OS = the value of the input signal indicative of rotational output shaft speed, and
- GR = a signal indicative of the known currently engaged gear ratio.
4. The method of claim 2 or 3 wherein the identity of a faulty input signal indicative of the rotational speed of said engine, input shaft and output shaft is sensed by calculating the values of:
- $$E_1 = |ES - IS|$$
- $$E_2 = |ES - (GR * OS)|$$
- $$E_3 = |IS - (GR * OS)|$$
5. The method of claim 4 wherein ES is determined to be faulty, and IS and OS are determined to be not faulty if:
- E1 is greater than \emptyset ;
E2 is greater than \emptyset ;
E3 = \emptyset ; and
IS = GR * OS $\neq \emptyset$.
6. The method of claim 4 wherein at least two of ES, IS and OS are determined to be faulty if:
- E1 is greater than \emptyset ;
E2 is greater than \emptyset ;
E3 = \emptyset ; and
IS = GR * OS = \emptyset .
7. The method of claim 4 wherein IS is determined to be faulty, and ES and OS are determined to be not faulty, if:
- E1 is greater than \emptyset
E2 = \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = GR * OS $\neq \emptyset$
8. The method of claim 4 wherein at least two of ES, IS and OS are determined to be faulty if:
- E1 is greater than \emptyset
E2 = \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = OS = \emptyset
9. The method of claim 4 wherein OS is determined to be faulty, and ES and IS are determined to be not faulty if:
- E1 = \emptyset ,
E2 is greater than \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = IS $\neq \emptyset$
10. The method of claim 4 wherein at least two of ES, IS and OS are determined to be faulty if:
- E1 = \emptyset ,
E2 is greater than \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = IS = \emptyset
11. The method of claim 4 wherein at least two of ES, IS and OS are determined to be faulty if:
- E1 = \emptyset ,
E2 is greater than \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = OS = \emptyset
12. The method of claim 7 wherein OS is determined to be faulty, and ES and IS are determined to be not faulty if:
- E1 = \emptyset ,
E2 is greater than \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = GR * OS $\neq \emptyset$
13. The method of claim 4 wherein at least two of ES, IS and OS are determined to be faulty if:
- E1 = \emptyset ,
E2 is greater than \emptyset ,
E3 is greater than \emptyset , and
ES = OS = \emptyset
14. The method of claim 5 wherein if ES is determined to be faulty, and IS and OS are determined to be not faulty, the program is modified by letting ES = IS if the coupling is fully engaged and using the sensed value of IS prior to clutch disengagement if the clutch is not fully engaged.
15. The method of claim 7 wherein if IS is determined to be faulty, and ES and OS are determined to be not faulty, the program is modified by letting IS = ES if the coupling is fully engaged, letting IS = OS * GR if the transmission is engaged in a known gear ratio, letting IS = ES if a shift is in progress and if GR * OS is greater than engine idle speed, and otherwise letting IS = \emptyset .
16. The method of claim 9 wherein said input

signals additionally include (6) an input signal (38) indicative of actuation of the vehicle brakes (40), and wherein if OS is determined to be faulty, and ES and IS are determined to be not faulty, the program is modified by letting

$OS = IS/GR$ if the transmission is engaged in a known gear ratio, letting $OS = \emptyset$ if a shift into transmission neutral is requested, causing a value equal to $d(OS/GR)/dt$ to be calculated prior to change gear shift operations and letting $OS = (IS/GR)/K$ where K is proportional to the time since a shift operation commenced and to the value of $d(IS/GR)/dt$ at initiation of the shift if $d(IS/GR)/dt$ is less than zero and the vehicle brakes are applied, otherwise letting $OS =$ last known value of IS/GR .

17. A control system for controlling an automatic mechanical transmission system (10) for devices having a throttle controlled engine (14), a transmission (12) having a plurality of gear ratio combinations selectively engagable between a transmission input shaft and a transmission output shaft (20), said transmission input shaft being operatively connected to said engine by means of a selectably engagable and disengagable coupling (16) providing a substantially nonslipping driving connection between said engine and said input shaft in the fully engaged condition thereof, said automatic mechanical transmission system comprising an information processing unit (42) having means for receiving a plurality of input signals including (1) an input signal (30) indicative of the fully engaged condition of the coupling; (2) an input signal indicative of the currently engaged gear ratio (GR) of the transmission; (3) an input signal (ES) indicative of the rotational speed of the engine, and (4) an input signal (IS) indicative of the rotational speed of the transmission input shaft; and (5) an input signal (OS) indicative of the rotational speed of the transmission output shaft, said processing unit including means for processing said input signals in accordance with a program and for generating output signals whereby said transmission system is operated in accordance with said program, and means (34) associated with said transmission system effective to actuate said transmission system effective to actuate said transmission system to effect engagement of said gear ratio combinations in response to said output signals from said processing unit, the control system characterized by:

means defining logic rules effective when said transmission is engaged in a known gear ratio (GR) and said coupling is fully engaged to

sense the presence or absence of faulty input signals indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft; and

further means defining logic rules effective if only one of said input signals indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft is determined to be faulty, to ignore said identified faulty input signal and to process said remaining input signals to determine an acceptable value for the identified faulty input signal.

18. The control system of claim 17 wherein the presence of a faulty input signal indicative of the rotational speeds of said engine, input shaft and output shaft is sensed if the following relationship is false:

$$ES = IS = GR * OS$$

where:

ES = the value of the input signal indicative of rotational engine speed
 IS = the value of the input signal indicative of rotational input shaft speed,
 OS = the value of the input signal indicative of rotational output shaft speed, and
 GR = a signal indicative of the known currently engaged gear ratio.

19. The control system of claim 18 wherein the identity of a faulty input signal indicative of the rotational speed of said engine, input shaft and output shaft is sensed by calculating the values of:

$$\begin{aligned} E_1 &= |ES - IS| \\ E_2 &= |ES - (GR * OS)| \\ E_3 &= |IS - (GR * OS)| \end{aligned}$$

20. The control system of claim 19 wherein ES is determined to be faulty, and IS and OS are determined to be not faulty if:

$$\begin{aligned} E_1 &\text{ is greater than } \emptyset; \\ E_2 &\text{ is greater than } \emptyset; \\ E_3 &= \emptyset; \text{ and} \\ IS &= GR * OS \neq \emptyset \end{aligned}$$

21. The control system of claim 19 wherein IS is determined to be faulty, and ES and OS are determined to be not faulty, if:

$$\begin{aligned} E_1 &\text{ is greater than } \emptyset \\ E_2 &= \emptyset, \\ E_3 &\text{ is greater than } \emptyset, \text{ and} \end{aligned}$$

$$ES = GR * OS \neq 0$$

22. The control system of claim 20 wherein if ES is determined to be faulty, and IS and OS are determined to be not faulty, the program is modified by letting $ES = IS$ if the coupling is fully engaged and using the sensed value of IS prior to clutch disengagement if the clutch is not fully engaged.
23. The control system of claim 21 wherein if IS is determined to be faulty, and ES and OS are determined to be not faulty, the program is modified by letting $IS = ES$ if the coupling is fully engaged, letting $IS = OS * GR$ if the transmission is engaged in a known gear ratio, letting $IS = ES$ if a shift is in progress and if $GR * OS$ is greater than engine idle speed, and otherwise letting $IS = 0$.
24. The control system of claim 19 wherein said input signals additionally include (6) an input signal indicative of actuation of the vehicle brakes, and wherein if OS is determined to be faulty, and ES and IS are determined to be not faulty, the program is modified by letting $OS = IS/GR$ if the transmission is engaged in a known gear ratio, letting $OS = 0$ if a shift into transmission neutral is requested, causing a value equal to $d(OS/GR)/dt$ to be calculated prior to change gear shift operations and letting $OS = (IS/GR) + K$ where K is proportional to the time since a shift operation commenced and to the value of $d(IS/GR)/dt$ at initiation of the shift if $d(IS/GR)/dt$ is less than zero and the vehicle brakes are applied, otherwise letting $OS =$ last known value of IS/GR .

Revendications

1. Une méthode pour la commande d'un système de transmission (10) à boîte de vitesse automatique, pour des dispositifs comprenant un moteur (14) commandé au moyen d'un accélérateur, une boîte de vitesse (12) avec un certain nombre de combinaisons d'engrenages, correspondant à différentes valeurs du rapport de transmission, pouvant être mis en prise à volonté entre un arbre d'entrée et un arbre de sortie (20) de la boîte de vitesse, ledit arbre d'entrée de la boîte de vitesse étant connecté fonctionnellement audit moteur au moyen d'un embrayage (16) pouvant être mis en prise ou débrayé à volonté et qui assure, lorsqu'il est embrayé à fond, un accouplement d'entraînement pratiquement exempt de patinage entre ledit moteur et ledit arbre d'entrée, ledit système

de transmission à boîte de vitesse mécanique automatique comprenant un ensemble de traitement des informations, un processeur (42), équipé pour recevoir un certain nombre de signaux d'entrée, à savoir (1°) un signal d'entrée (30) indiquant l'engagement à fond de l'embrayage ; (2°) un signal d'entrée indicatif du rapport de transmission (GR) de la boîte de vitesses, qui est en prise à l'instant considéré ; (3°) un signal d'entrée (ES) représentatif de la vitesse de rotation du moteur ; (4°) un signal d'entrée (IS) représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée de la boîte de vitesse ; et (5°) un signal d'entrée (OS) représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie de la boîte de vitesses, ledit ensemble processeur comprenant des moyens pour traiter lesdits signaux d'entrée conformément à un programme, afin d'élaborer des signaux de sortie de manière que ledit système de transmission soit manoeuvré en accord avec ledit programme, ainsi qu'un dispositif (34) associé audit système de transmission, agissant sur ladite boîte de vitesses pour obtenir la mise en prise desdites combinaisons d'engrenage assurant les rapports de transmission convenables en réponse aux signaux de sortie dudit ensemble processeur, cette méthode étant caractérisée par le fait

que lorsque ladite boîte de vitesses est en prise avec un rapport de transmission connu et que ledit embrayage est engagé à fond, on observe la présence ou l'absence de discordances dénotant des défauts dans les signaux représentatifs des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie puis, si un seul desdits signaux d'entrée, représentatifs des vitesses de rotation respectives du moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie apparaît comme étant incorrect, on modifie ledit programme de façon à ignorer ledit signal d'entrée reconnu comme étant défectueux et à traiter les signaux d'entrée qui subsistent selon des règles de logique prédéterminées, de manière à élaborer une valeur acceptable pour le signal d'entrée défectueux qui a été identifié.

2. La méthode selon la revendication 1, caractérisée par le fait

que la détection et l'identification des signaux erronés, parmi lesdits signaux d'entrée représentatifs des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie, s'effectuent alors que ladite boîte de vitesses est en prise sur un rapport de transmission connu et que ledit embrayage est engagé à fond.

3. La méthode selon la revendication 2, caractérisée par le fait

que la présence d'un défaut, dans les signaux d'entrée représentatifs des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie est détectée lorsque la relation ci-dessous n'est pas satisfaite : $ES = IS = GR * OS$

où ES = valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation du moteur,

IS = valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée,

OS = valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie,

GR = signal d'identification du rapport de transmission qui est en prise à l'instant considéré.

4. La méthode selon la revendication 2 ou 3, caractérisée par le fait

que l'identification d'un signal d'entrée défectueux, parmi les signaux représentatifs de la vitesse de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie, se fait en calculant les valeurs des relations ci-dessous :

$$E1 = |ES - IS|$$

$$E2 = |ES - (GR * OS)|$$

$$E3 = |IS - (GR * OS)|$$

5. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que ES est reconnu comme étant erroné tandis que IS et OS sont reconnus comme étant corrects si :

$$E1 \text{ est plus grand que } 0$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0$$

$$E3 = 0 \text{ et}$$

$$IS = GR * OS \neq 0$$

6. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que deux au moins parmi les trois signaux ES , IS et OS sont détectés comme étant erronés si :

$$E1 \text{ est plus grand que } 0;$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0;$$

$$E3 = 0; \text{ et}$$

$$IS = GR * OS = 0$$

7. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que IS est déterminé comme étant erroné, tandis que ES et OS sont déterminés comme étant corrects, si :

$$E1 \text{ est plus grand que } 0$$

$$E2 = 0$$

$$E3 \text{ est plus grand que } 0, \text{ et}$$

$$ES = GR * OS \neq 0$$

8. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que deux au moins des trois signaux ES , IS et OS sont déterminés comme étant erronés, si :

$$E1 \text{ est plus grand que } 0,$$

$$E2 = 0$$

$$E3 \text{ est plus grand que } 0, \text{ et}$$

$$ES = OS = 0$$

9. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que OS est déterminé comme étant erroné, tandis que ES et IS sont déterminés comme étant corrects, si :

$$E1 = 0,$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0,$$

$$E3 \text{ est plus grand que } 0, \text{ et}$$

$$ES = IS \neq 0$$

10. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que deux au moins des trois signaux ES , IS et OS sont déterminés comme étant erronés, si :

$$E1 = 0,$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0,$$

$$E3 \text{ est plus grand que } 0, \text{ et}$$

$$ES = IS = 0$$

11. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que deux au moins des trois signaux ES , IS et OS sont déterminés comme étant erronés, si :

$$E1 = 0,$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0,$$

$$E3 \text{ est plus grand que } 0, \text{ et}$$

$$ES = OS = 0$$

12. La méthode selon la revendication 7, caractérisée par le fait

que OS est déterminé comme étant erroné, tandis que ES et IS sont déterminés comme étant corrects si :

$$E1 = 0,$$

$$E2 \text{ est plus grand que } 0,$$

E3 est plus grand que 0, et
 $ES = GR \cdot OS \neq 0$

13. La méthode selon la revendication 4, caractérisée par le fait

que deux au moins des trois signaux ES, IS et OS sont déterminés comme étant erronés si :

E1 = 0,
 E2 est plus grand que 0,
 E3 est plus grand que 0, et
 $ES = OS = 0$

14. La méthode selon la revendication 5, caractérisée par le fait

que si ES est déterminé comme étant erroné, tandis que IS et OS sont déterminés comme étant corrects, on modifie le programme en admettant que $ES = IS$ si l'embrayage est engagé à fond, et en utilisant la valeur de IS captée avant le débrayage, si l'embrayage n'est pas engagé à fond.

15. La méthode selon la revendication 7, caractérisée par le fait

que si IS est déterminé comme étant erroné, tandis que ES et OS sont déterminés comme étant corrects, on modifie le programme en admettant que $IS = ES$ si l'embrayage est engagé à fond, en admettant que $IS = OS \cdot GR$ si la boîte de vitesses est en prise avec un rapport de transmission connu, en admettant que $IS = ES$ si un passage de vitesses est en cours d'exécution et si le produit $GR \cdot OS$ est plus grand que la vitesse de ralenti du moteur, et que $IS = 0$ dans le cas contraire.

16. La méthode selon la revendication 9, caractérisée par le fait que lesdits signaux d'entrée comprennent en plus (6°) un signal d'entrée (38) indiquant l'activation (40) des freins du véhicule, et que si OS est déterminé comme étant erroné alors que ES et IS sont déterminés comme étant corrects, on modifie le programme en admettant que $OS = IS/GR$ si la boîte de vitesses est en prise sur un rapport de transmission connu, en admettant que $OS = 0$ si un passage au point mort est demandé, ce qui détermine le calcul d'une valeur égale à $d(OS/GR)/dt$, préalablement aux opérations de passage de vitesses et à admettre que $OS = (IS/GR) + K$ où K est proportionnel au temps qui s'est écoulé depuis le commencement d'une manoeuvre de passage de vitesses, et à la valeur de $d(IS/GR)/dt$ à l'instant où a commencé ladite manoeuvre si la valeur de $d-(IS/GR)/dt$ est plus petite que zéro (c'est-à-dire

négative) et que les freins du véhicule sont actionnés, en conservant dans le cas contraire $OS =$ la dernière valeur connue de IS/GR .

17. Un système de commande pour commander un système de transmission (10) à boîte de vitesses automatique, pour des dispositifs comprenant un moteur (14) commandé au moyen d'un accélérateur, une boîte de vitesses (12) avec un certain nombre de combinaisons d'engrenages, correspondant à différentes valeurs du rapport de transmission, pouvant être mis en prise à volonté entre un arbre d'entrée et un arbre de sortie (20) de la boîte de vitesses, ledit arbre d'entrée de la boîte de vitesses étant connecté fonctionnellement audit moteur au moyen d'un embrayage (16) pouvant être mis en prise ou débrayé à volonté et qui assure, lorsqu'il est engagé à fond, un accouplement d'entraînement pratiquement exempt de patinage entre ledit moteur et ledit arbre d'entrée, ledit système de transmission à boîte de vitesses automatique comprenant un ensemble de traitement des informations, un processeur (42), équipé pour recevoir un certain nombre de signaux d'entrée, à savoir (1°) un signal d'entrée (30) indiquant l'engagement à fond de l'embrayage ; (2°) un signal d'entrée indicatif du rapport de transmission (GR) de la boîte de vitesses, qui est en prise à l'instant considéré ; (3°) un signal d'entrée (ES) représentatif de la vitesse de rotation du moteur ; (4°) un signal d'entrée (IS) représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses ; et (5°) un signal d'entrée (OS) représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie de la boîte de vitesses, ledit ensemble processeur comprenant des moyens pour traiter lesdits signaux d'entrée conformément à un programme, afin d'élaborer des signaux de sortie de manière que ledit système de transmission soit manoeuvré en accord avec ledit programme, ainsi qu'un dispositif (34) associé audit système de transmission, agissant sur ladite boîte de vitesses pour obtenir la mise en prise desdites combinaisons d'engrenages assurant les rapports de transmission convenables en réponse aux signaux de sortie dudit ensemble processeur, ce système de commande étant caractérisé par le fait

que des moyens sont prévus, définissant des règles de logique, lorsque ladite boîte de vitesses est en prise avec un rapport de transmission (GR) connu et que ledit embrayage est engagé à fond, pour détecter la présence ou l'absence de défauts dans les signaux d'entrée représentatifs des vitesses de rotation du-

dit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie, ainsi que d'autres moyens définissant des règles de logique qui interviennent si une incorrection vient à être détectée dans un seul desdits signaux d'entrée représentatifs respectivement des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie, pour ignorer le signal erroné ainsi identifié et pour traiter lesdits signaux d'entrée qui sont corrects, afin d'élaborer une valeur acceptable pour le signal erroné ainsi identifié.

18. Le système de commande selon la revendication 17, caractérisé par le fait

que la présence d'un signal erroné parmi les signaux d'entrée représentatifs des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie est détectée si la relation ci-dessous n'est pas satisfaite :

$$ES = IS = GR * OS$$

dans laquelle :

ES = la valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation du moteur,
IS = la valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée,
OS = la valeur du signal d'entrée représentatif de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie,
GR = un signal d'identification du rapport de transmission qui est en prise à l'instant considéré.

19. Le système de commande selon la revendication 18, caractérisé par le fait

que l'identification du signal erroné, parmi les signaux d'entrée représentatifs des vitesses de rotation dudit moteur, de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie s'effectue par le calcul des valeurs des critères ci-dessous :

$$\begin{aligned} E1 &= |ES - IS| \\ E2 &= |ES - (GR * OS)| \\ E3 &= |IS - (GR * OS)| \end{aligned}$$

20. Le système de commande selon la revendication 19, caractérisé par le fait

que ES est déterminé comme étant erroné, tandis que IS et OS sont déterminés comme n'étant pas erronés si :

$$\begin{aligned} E1 &\text{ est plus grand que } \emptyset ; \\ E2 &\text{ est plus grand que } \emptyset ; \\ E3 &= \emptyset ; \text{ et} \\ IS &= GR * OS \neq \emptyset \end{aligned}$$

21. Le système de commande selon la revendication 19, caractérisé par le fait

que IS est déterminé comme étant erroné tandis que ES et OS sont déterminés comme n'étant pas erronés si :

$$\begin{aligned} E1 &\text{ est plus grand que } \emptyset \\ E2 &= \emptyset \\ E3 &\text{ est plus grand que } \emptyset, \text{ et} \\ ES &= GR * OS \neq \emptyset \end{aligned}$$

22. Le système de commande selon la revendication 20, caractérisé par le fait

que si ES est déterminé comme étant erroné, tandis que IS et OS sont déterminés comme n'étant pas erronés, le programme est modifié en posant $ES = IS$ si l'embrayage est engagé à fond et en utilisant la dernière valeur de IS captée avant débrayage si l'embrayage n'est pas tout à fait en prise.

23. Le système de commande selon la revendication 21, caractérisé par le fait

que si IS est déterminé comme étant erroné, tandis que ES et OS sont déterminés comme n'étant pas erronés, le programme est modifié en posant $IS = ES$ si l'embrayage est engagé à fond, en posant $IS = OS * GR$ si la boîte de vitesses est en prise sur un rapport de transmission, en posant $IS = ES$ si un passage de vitesses est en cours d'exécution et si le produit $GR * OS$ est plus grand que la vitesse de ralenti du moteur, et en posant $IS = 0$ dans le cas contraire.

24. Le système de commande selon la revendication 19, caractérisé par le fait

que lesdits signaux d'entrée comprennent en plus (6°) un signal d'entrée indiquant l'activation des freins du véhicule et dans lequel, si OS est déterminé comme étant erroné alors que ES et IS sont déterminés comme n'étant pas erronés, le programme est modifié en posant $OS = IS/GR$ si la boîte de vitesses est en prise sur un rapport de transmission connu, en posant $OS = \emptyset$ si un passage au point mort est demandé, ce qui détermine le calcul d'une valeur égale à $d(OS/GR)/dt$ préalablement aux opérations de passage des vitesses et en posant $OS = (IS/GR) + K$ où K est proportionnel au temps qui s'est écoulé depuis le commencement d'une manœuvre de passage de vitesses ainsi qu'à la valeur de $d(IS/GR)/dt$ à l'instant où a commencé ladite manœuvre si la valeur de $d(IS/GR)/dt$ est négative et que les freins du véhicule sont actionnés et en posant, dans le cas contraire, $OS =$ dernière valeur connue de IS/GR .

Ansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10) für Fahrzeuge bzw. Geräte mit einem drosselgesteuerten Motor (14), einem Getriebe (12), das eine Vielzahl von Gangstufenkombinationen aufweist, die wahlweise zwischen einer Getriebeausgangswelle (20) und einer Getriebeeingangswelle einlegbar sind, die antriebsmäßig mit dem Motor mittels einer wahlweise ein- und ausrückbaren Kupplung (16) kuppelbar ist, die in dem voll eingekuppelten Zustand eine im wesentlichen schlupffreie Antriebsverbindung zwischen dem Motor und der Eingangswelle ergibt, wobei das automatische mechanische Getriebesystem eine Informationsverarbeitungseinheit (42) mit Mitteln zum Empfangen einer Reihe von Eingangssignalen aufweist, die (1) ein den vollständig eingekuppelten Zustand der Kupplung kennzeichnendes Eingangssignal (30); (2) ein die gerade eingelegte Gangstufe (GR) des Getriebes kennzeichnendes Eingangssignal; (3) ein die Drehzahl des Motors kennzeichnendes Eingangssignal (ES); (4) ein die Drehzahl der Getriebeeingangswelle kennzeichnendes Eingangssignal (IS) und (5) ein die Drehzahl der Getriebeausgangswelle kennzeichnendes Eingangssignal (OS) umfassen, wobei die Verarbeitungseinheit zum Verarbeiten der Eingangssignale entsprechend einem Programm und zum Erzeugen von Ausgangssignalen Mittel enthält, um das Getriebesystem entsprechend dem Programm zu betreiben; und mit Mitteln (34), die dem Getriebesystem zugeordnet sind und dazu dienen, das Getriebesystem zu betätigen, um die Gangstufenkombination in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Verarbeitungseinheit einzulegen, gekennzeichnet durch:

Ermitteln des Vorliegens oder Fehlens von fehlerhaften Eingangssignalen, die für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend sind, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt und die Kupplung vollständig eingekuppelt ist; und

Modifizieren des Programms durch Ignorieren des identifizierten, fehlerhaften Eingangssignals und Verarbeiten der restlichen Eingangssignale entsprechend festgelegter logischer Regeln, um einen akzeptablen Wert für das identifizierte fehlerhafte Signal zu bestimmen, wenn nur eines der Eingangssignale die für die Drehzahl, des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend sind, als

fehlerhaft ermittelt wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Ermitteln des Vorliegens und die Identität von fehlerhaften Eingangssignalen, die für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend sind, durchgeführt wird, wenn sich das Getriebe in einer bekannten Gangstufe befindet und die Kupplung vollständig eingekuppelt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Vorliegen eines fehlerhaften Eingangssignals, das für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend ist, ermittelt wird, wenn die folgende Beziehung unwahr ist:

$$ES = IS = GR \cdot OS$$

mit

ES = Wert des für die Drehzahl des Motors kennzeichnenden Eingangssignal,

IS = Wert des für die Drehzahl der Eingangswelle kennzeichnenden Eingangssignal,

OS = Wert des für die Drehzahl der Ausgangswelle kennzeichnenden Eingangssignals, und

GR = ein Signal, das für den bekannten, gerade eingelegten Gang kennzeichnend ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Identität eines fehlerhaften Eingangssignals, das für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend ist, durch Berechnen der Werte von

$$E_1 = |ES - IS|$$

$$E_2 = |ES - (GR \cdot OS)|$$

$$E_3 = |IS - (GR \cdot OS)|$$

bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem ES als fehlerhaft sowie IS und OS als nicht fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt:

$$E_1 \text{ ist größer als } 0;$$

$$E_2 \text{ ist größer als } 0;$$

$$E_3 = 0$$

und

$$IS = GR \cdot OS \neq 0.$$

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem wenigstens zwei der Signale ES, IS und OS als

fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt:

E_1 ist größer als 0;
 E_2 ist größer als 0;
 $E_3 = 0$
 und
 $IS = GR \cdot OS = 0$.

7. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem IS als fehlerhaft und ES sowie OS als nicht fehlerhaft ermittelt werden, wenn gilt:

E_1 ist größer als 0
 $E_2 = 0$
 E_3 ist größer als 0
 und
 $ES = GR \cdot OS \neq 0$.

8. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem wenigstens zwei der Signale ES, IS oder OS als fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt

$E_1 = 1$ ist größer als 0
 $E_2 = 0$
 $E_3 = 1$ ist größer als 0
 und
 $ES = OS = 0$.

9. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem OS als fehlerhaft und ES sowie IS als nicht fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt

$E_1 = 0$
 E_2 ist größer als 0
 E_3 ist größer als 0
 und
 $ES = IS \neq 0$.

10. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem wenigstens zwei der Signale ES, IS und OS als fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt

$E_1 = 0$
 E_2 ist größer als 0
 E_3 ist größer als 0
 und
 $ES = IS = 0$.

11. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem wenigstens zwei der Signale ES, IS und OS als fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt:

$E_1 = 0$
 E_2 ist größer als 0
 $E_3 = 1$ ist größer als 0
 und
 $ES = OS = 0$.

12. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem OS als fehlerhaft und ES sowie IS als fehlerfrei bestimmt werden, wenn gilt:

$E_1 = 0$
 E_2 ist größer als 0
 E_3 ist größer als 0
 und
 $ES = GR \cdot OS \neq 0$.

13. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem wenigstens zwei der Signale ES, IS und OS als fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt:

$E_1 = 0$
 E_2 ist größer als 0
 $E_3 = 1$ ist größer als 0
 und
 $ES = OS = 0$.

14. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem, falls ES als fehlerhaft und IS sowie OS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß ES gleich IS gelassen wird, wenn die Kupplung vollständig eingekuppelt ist, und daß der gemessene Wert von IS vor dem Auskuppeln verwendet wird, wenn die Kupplung nicht vollständig eingekuppelt ist.

15. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem, falls IS als fehlerhaft und ES sowie OS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß IS gleich ES gelassen wird, wenn die Kupplung vollständig eingekuppelt ist, daß $IS = OS \cdot GR$ gelassen wird, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt ist, und daß $IS = ES$ gelassen wird, wenn ein Schaltvorgang abläuft und $GR \cdot OS$ größer ist als die Motorleerlaufdrehzahl, während sonst $IS = 0$ gelassen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Eingangssignale zusätzlich (6) ein Eingangssignal (38) umfassen, das für die Betätigung der Fahrzeugbremsen (40) kennzeichnend ist, und bei dem, falls OS als fehlerhaft und ES sowie IS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß $OS = IS/GR$ gelassen wird, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt ist, daß $OS = 0$ gelassen wird, wenn ein Schaltvorgang in den Getriebeleerlauf angefordert ist, daß die Berechnung eines Wertes, der gleich ist $d(OS/GR)/dt$ vor den Gangwechselfunktionen bewirkt wird, und daß $OS = (IS/GR) / (+K)$ gelassen wird, wobei K der Zeit, seit ein Schaltvorgang begonnen wurde, und dem Wert von $d(IS/GR)/dt$ beim Beginn des Schaltens

proportional ist, wenn $d(IS/GT)/dt$ kleiner als 0 ist und die Fahrzeugbremsen betätigt sind, während sonst OS auf den letzten bekannten Wert von IS/GR gelassen wird.

17. Steuersystem zum Steuern eines automatischen mechanischen Getriebesystems (10) für Fahrzeuge bzw. Geräte mit einem drosselgesteuerten Motor (14), einem Getriebe (12), das eine Vielzahl von Gangstufenkombinationen aufweist, die wahlweise zwischen einer Getriebeausgangswelle (20) und einer Getriebeeingangswelle einlegbar sind, die antriebsmäßig mit dem Motor mittels einer wahlweise ein- und ausrückbaren Kupplung (16) kuppelbar ist, die in dem voll eingekuppelten Zustand eine im wesentlichen schlupffreie Antriebsverbindung zwischen dem Motor und der Eingangswelle ergibt, wobei das automatische mechanische Getriebesystem eine Informationsverarbeitungseinheit (42) mit Mitteln zum Empfangen einer Reihe von Eingangssignalen aufweist, die (1) ein den vollständig eingekuppelten Zustand der Kupplung kennzeichnendes Eingangssignal (30); (2) ein die gerade eingelegte Gangstufe (GR) des Getriebes kennzeichnendes Eingangssignal; (3) ein die Drehzahl des Motors kennzeichnendes Eingangssignal (ES); sowie (4) ein die Drehzahl der Getriebeeingangswelle kennzeichnendes Eingangssignal (IS) und (5) ein die Drehzahl der Getriebeausgangswelle kennzeichnendes Eingangssignal (OS) umfassen, wobei die Verarbeitungseinheit zum Verarbeiten der Eingangssignale entsprechend einem Programm und zum Erzeugen von Ausgangssignalen Mittel enthält, um das Getriebesystem entsprechend dem Programm zu betreiben; und mit Mitteln (34), die dem Getriebesystem zugeordnet sind und dazu dienen, das Getriebesystem zu betätigen, um die Gangstufenkombination in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Verarbeitungseinheit einzulegen, gekennzeichnet durch:
- Mittel zum Festlegen logischer Regeln, die wirksam sind, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt und die Kupplung vollständig eingekuppelt ist, um das Vorliegen oder Fehlen von fehlerhaften Eingangssignalen, die für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend sind, zu ermitteln, und
- weitere Mittel zum Festlegen logischer Regeln, die wirksam sind, wenn nur eines der Eingangssignale die für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend sind, als fehlerhaft ermittelt wurde, um die identifizierten, fehlerhaften Ein-

gangssignale zu ignorieren und die restlichen Eingangssignale zu verarbeiten, um einen akzeptablen Wert für das identifizierte fehlerhafte Signal zu bestimmen.

18. Steuersystem nach Anspruch 17, bei dem das Vorliegen eines fehlerhaften Eingangssignals, das für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend ist, ermittelt wird, wenn die folgende Beziehung unwahr ist:

$$ES = IS = GR \cdot OS$$

mit

ES = Wert des für die Drehzahl des Motors kennzeichnenden Eingangssignal,

IS = Wert des für die Drehzahl der Eingangswelle kennzeichnenden Eingangssignal,

OS = Wert des für die Drehzahl der Ausgangswelle kennzeichnenden Eingangssignals, und

GR = ein Signal, das für den bekannten, gerade eingelegten Gang kennzeichnend ist.

19. Steuersystem nach Anspruch 18, bei dem die Identität eines fehlerhaften Eingangssignals, das für die Drehzahl des Motors, der Eingangswelle und der Ausgangswelle kennzeichnend ist, durch Berechnen der Werte von

$$E_1 = |ES - IS|$$

$$E_2 = |ES - (GR \cdot OS)|$$

$$E_3 = |IS - (GR \cdot OS)|$$

bestimmt wird.

20. Steuersystem nach Anspruch 19, bei dem ES als fehlerhaft sowie IS und OS als nicht fehlerhaft bestimmt werden, wenn gilt:

$$E_1 \text{ ist größer als } 0;$$

$$E_2 \text{ ist größer als } 0;$$

$$E_3 = 0$$

und

$$IS = GR \cdot OS \neq 0.$$

21. Steuersystem nach Anspruch 19, bei dem IS als fehlerhaft und ES sowie OS als nicht fehlerhaft ermittelt werden, wenn gilt:

$$E_1 \text{ ist größer als } 0$$

$$E_2 = 0$$

$$E_3 \text{ ist größer als } 0$$

und

$$ES = GR \cdot OS \neq 0.$$

22. Steuersystem nach Anspruch 20, bei dem, falls ES als fehlerhaft und IS sowie OS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß $ES = IS$ gelassen wird, wenn die Kupplung vollständig eingekuppelt ist, und daß der gemessene Wert von 15 vor dem Auskuppeln verwendet wird, wenn die Kupplung nicht vollständig eingekuppelt ist. 5
23. Steuersystem nach Anspruch 21, bei dem, falls IS als fehlerhaft und ES sowie OS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß $IS = ES$ gelassen wird, wenn die Kupplung vollständig eingekuppelt ist, daß $IS = OS \cdot GR$ gelassen wird, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt ist, und daß $IS = ES$ gelassen wird, wenn ein Schaltvorgang abläuft und $GR \cdot OS$ größer ist als die Motorleerlaufdrehzahl, während sonst $IS = 0$ gelassen wird. 10 15 20
24. Steuersystem nach Anspruch 19, bei dem die Eingangssignale zusätzlich (6) ein Eingangssignal (38) umfassen, das für die Betätigung der Fahrzeugbremsen (40) kennzeichnend ist, und bei dem, falls OS als fehlerhaft und ES sowie IS als fehlerfrei bestimmt werden, das Programm in der Weise modifiziert wird, daß $OS = IS/GR$ gelassen wird, wenn in dem Getriebe eine bekannte Gangstufe eingelegt ist, daß $OS = 0$ gelassen wird, wenn ein Schaltvorgang in den Getriebeleerlauf angefordert ist, daß die Berechnung eines Wertes, der gleich ist $d(OS/GR)/dt$ vor den Gangwechselfunktionen bewirkt wird, und daß $OS = (IS/GR) - / + K$ gelassen wird, wobei K der Zeit, seit ein Schaltvorgang begonnen wurde, und dem Wert von $d(IS/GR)/dt$ beim Beginn des Schaltens proportional ist, wenn $d(IS/GR)/dt$ kleiner als 0 ist und die Fahrzeugbremsen betätigt sind, während sonst OS auf den letzten bekannten Wert von IS/GR gelassen wird. 25 30 35 40

45

50

55

16

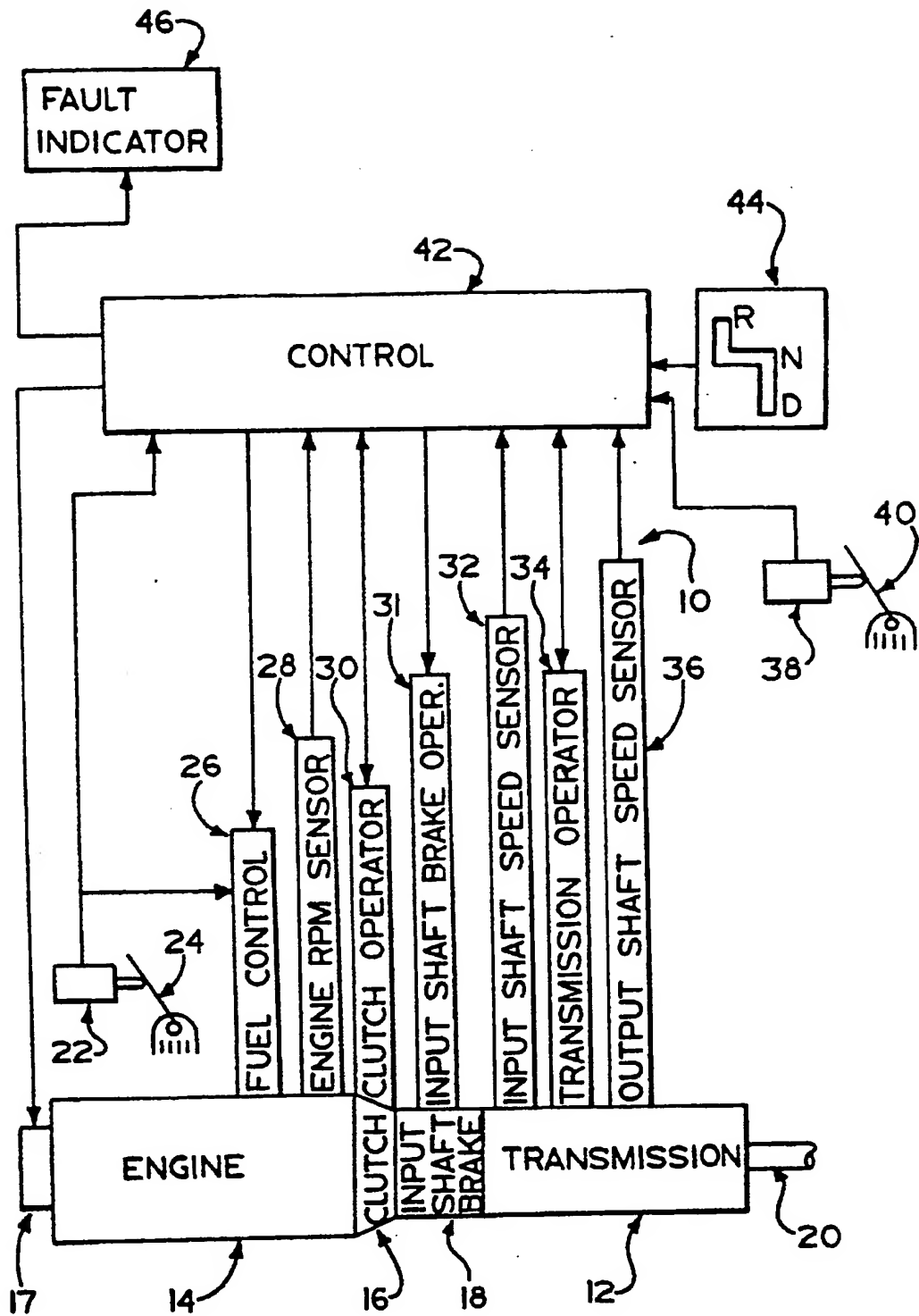


FIG. 1

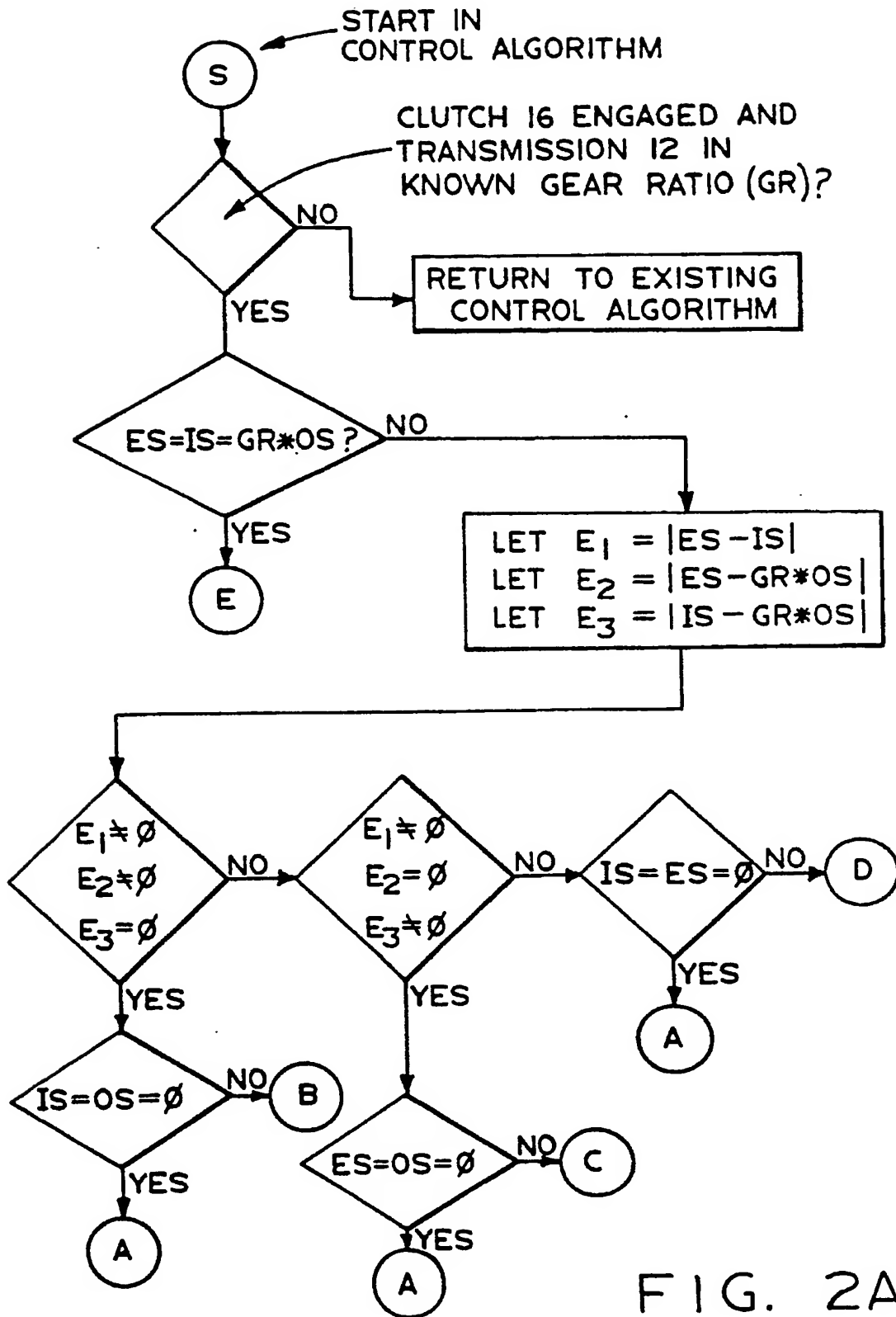


FIG. 2A

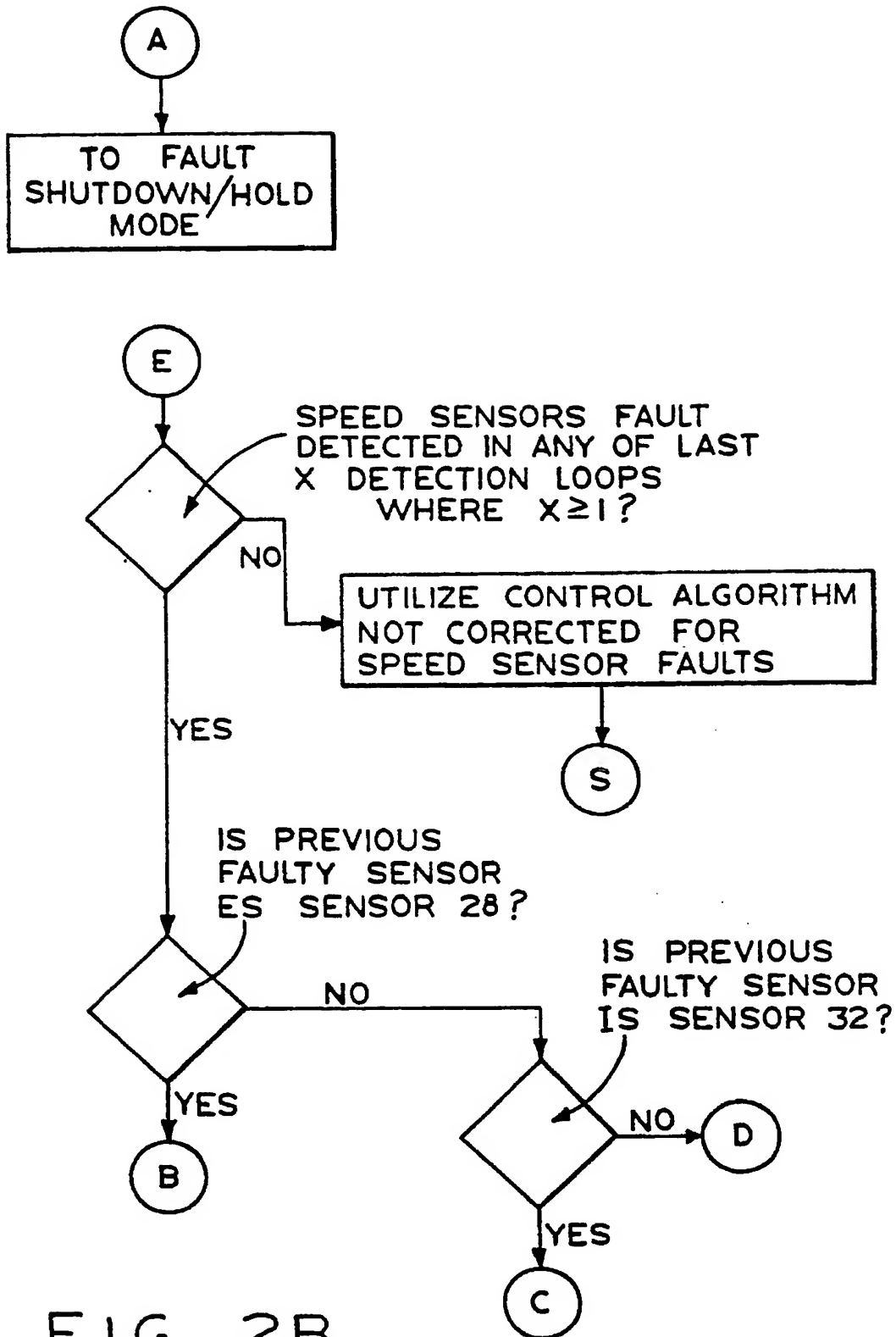


FIG. 2B

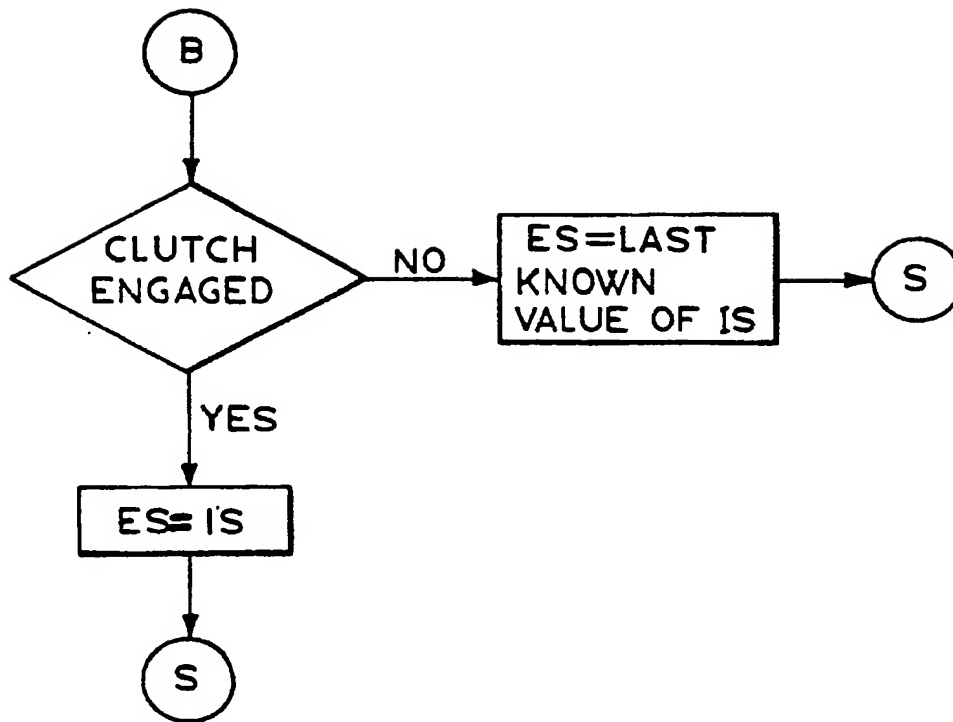
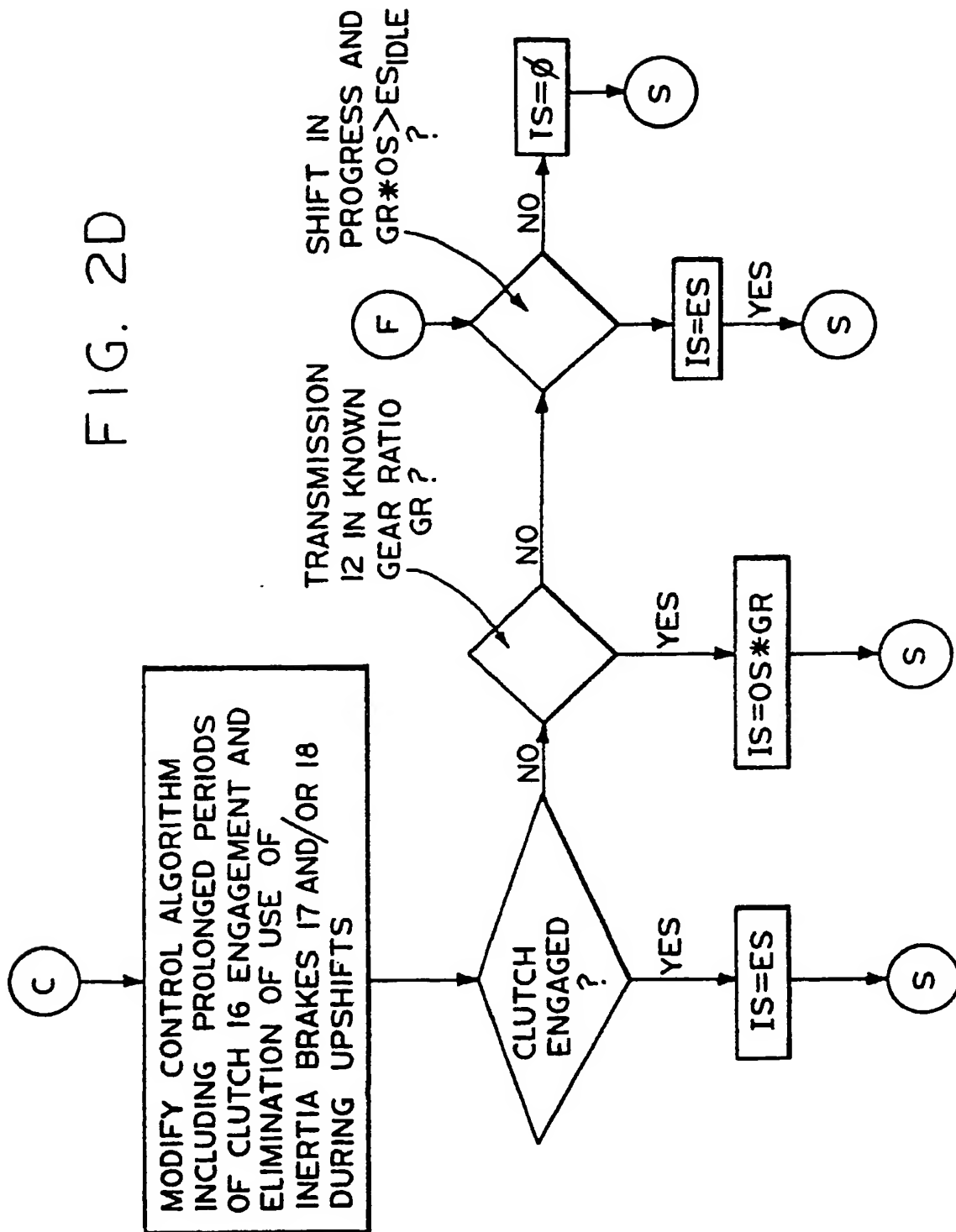


FIG. 2C

FIG. 2D



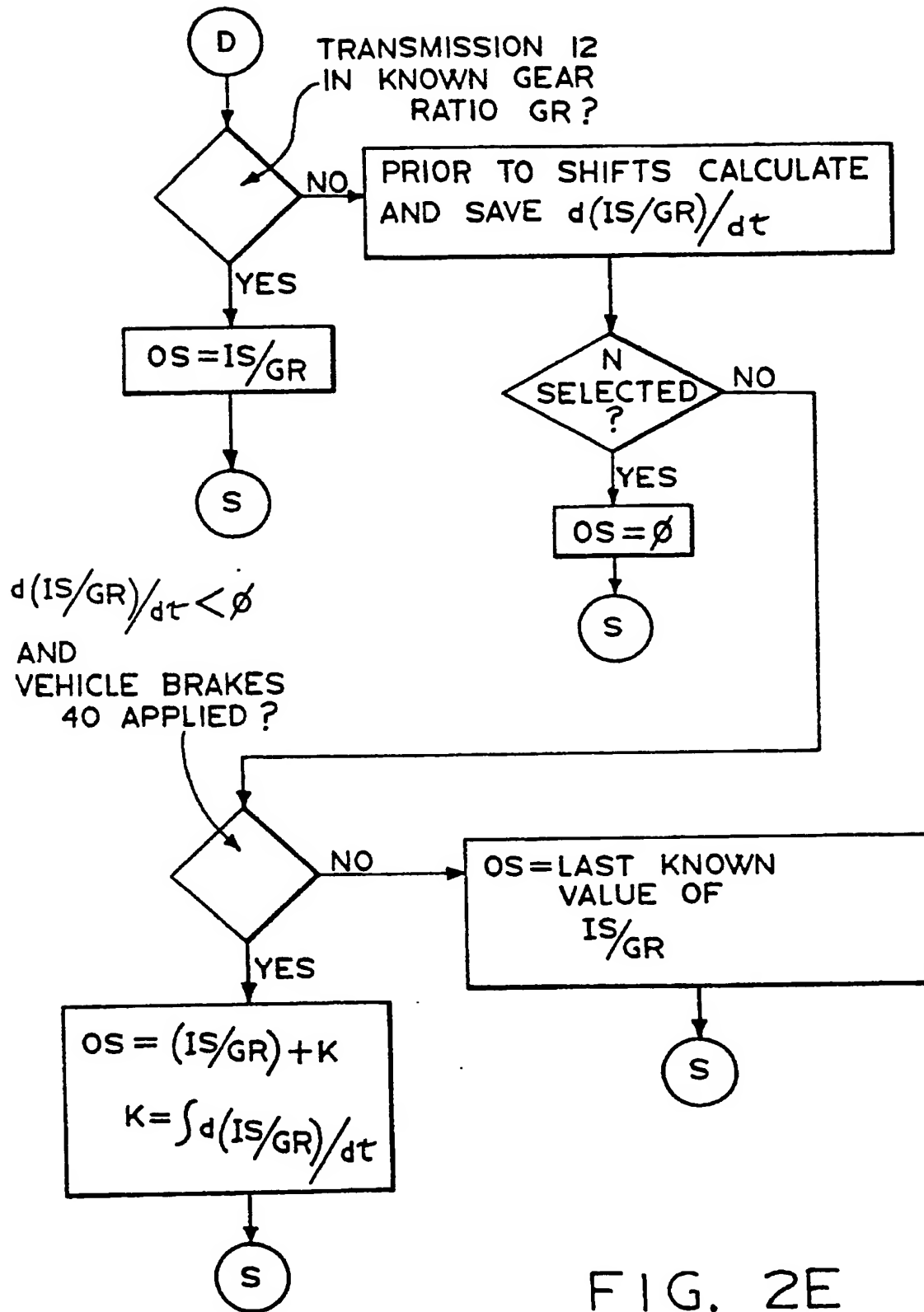


FIG. 2E